

【特許請求の範囲】

【請求項1】電圧が印加される画素電極及び対向電極との間に液晶が設けられ、該液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ平行となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになり、更に、前記所定の電圧より小さい電圧が印加された時に、各画素内において、前記液晶の配向の斜めになる方向が各画素内において複数になるように規制するドメイン規制手段を備える液晶表示装置において、

画素を第1の透過率から該第1の透過率より大きい第2の透過率に変化させる場合、前記画素電極に対して、前記第2の透過率に変化させる第1の期間に前記第2の透過率に対応する第1の目標駆動電圧より大きい電圧を印加し、前記第1の期間後の第2の期間に前記第1の目標駆動電圧を印加する駆動回路を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項2】請求項1において、前記駆動回路は、画素を前記第1の透過率から前記第2の透過率より大きい第3の透過率に変化させる場合、前記画素電極に対して、前記第3の透過率に変化させる第1の期間に前記第3の透過率に対応する第2の目標駆動電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項3】請求項2において、前記駆動回路は、画素を前記第1の透過率から前記第3の透過率より大きい第4の透過率に変化させる場合、前記画素電極に対して、前記第4の透過率に変化させる第1の期間に前記第4の透過率に対応する第3の目標駆動電圧より大きい電圧を印加し、前記第1の期間後の第2の期間に前記第3の目標駆動電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項4】電圧が印加される画素電極及び対向電極との間に液晶が設けられ、該液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ平行となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになり、更に、前記所定の電圧より小さい電圧が印加された時に、各画素内において、前記液晶の配向の斜めになる方向が各画素内において複数になるように規制するドメイン規制手段を備える液晶表示装置の駆動方法において、画素を第1の透過率から該第1の透過率より大きい第2の透過率に変化させる場合、前記画素電極に対して、前記第2の透過率に変化させる第1の期間に前記第2の透過率に対応する第1の目標駆動電圧より大きい電圧を印加し、前記第1の期間後の第2の期間に前記第1の目標駆動電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項5】電圧が印加される画素電極及び対向電極との間に液晶が設けられ、該液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ平行

となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになる液晶表示装置において、

画素の透過率を所定の値以下にする場合、前記画素電極に前記液晶の配向の閾値電圧より大きな駆動電圧を印加する駆動回路を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項6】請求項5において、更に、前記液晶の光学特性と逆の光学特性を生じる光学補償手段を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項7】請求項6において、前記光学補償手段は、前記画素電極に前記駆動電圧を印加した時に液晶に発生する光学特性を打ち消す光学特性を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項8】請求項6において、前記光学補償手段は、直線位相子であることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項9】請求項6において、前記光学補償手段は、前記画素電極に積層して設けられることを特徴とする液晶表示装置。

【請求項10】電圧が印加される画素電極及び対向電極との間に液晶が設けられ、該液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ平行となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになる液晶表示装置の駆動方法において、画素の透過率を所定の値以下にする場合、前記画素電極に前記液晶の配向の閾値電圧より大きな駆動電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【請求項11】電圧が印加される画素電極及び対向電極との間に液晶が設けられ、該液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ平行となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになり、更に、前記所定の電圧より小さい電圧が印加された時に、各画素内において、前記液晶の配向の斜めになる方向が各画素内において複数になるように規制するドメイン規制手段を備える液晶表示装置において、

画素を第1の透過率から該第1の透過率より大きい第2の透過率に変化させる場合、前記第1の透過率のフレーム期間が連続した場合に、前記画素電極に対して、前記第2の透過率に変化させる第1のフレーム期間に前記第2の透過率に対応する目標駆動電圧より大きい駆動電圧を印加する駆動回路を有することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項12】請求項11において、前記駆動回路は、前記画素を前記第1の透過率にする場合、前記画素電極に前記第1の透過率が変化しない範囲で最大の駆動電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項13】請求項11において、前記駆動回路は、更に、前記第1のフレーム期間後の第2のフレーム期間に、前記目標駆動電圧より大きい駆動

10

20

30

40

50

電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 14】請求項 11 において、前記駆動回路は、温度が上昇した場合に、前記第 1 のフレーム期間に前記画素電極に印加する駆動電圧を低減する温度補償を行うことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 15】電圧が印加される画素電極及び対向電極との間に液晶が設けられ、該液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ平行となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになり、更に、前記所定の電圧より小さい電圧が印加された時に、各画素内において、前記液晶の配向の斜めになる方向が各画素内において複数になるように規制するドメイン規制手段を備える液晶表示装置の駆動方法において、

画素を連続した所定のフレーム期間第 1 の透過率にし、その後の第 1 のフレーム期間に前記第 1 の透過率より大きい第 2 の透過率にする場合、前記第 1 のフレーム期間に、前記画素電極に対して、前記第 2 の透過率に対応する目標駆動電圧より大きい駆動電圧を印加することを特徴とする液晶表示装置の駆動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示装置及びその駆動方法に関し、特に負の誘電率異方性を有する液晶を電圧無印加時に垂直に配向した液晶表示装置及びその駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、薄膜トランジスタ (Thin Film Transistor、以下、TFT という。) を用いてアクティブマトリックス駆動を行う液晶パネルにおいては、正の誘電率異方性を持つ p 型液晶を、電圧無印加時に基板に対して水平に配向し、電圧印加時に基板に対して垂直に駆動する TN (Twisted Nematic) モード液晶パネルが主流である。

【0003】TN モード液晶パネルは、近年における製造技術の進歩により、液晶パネルの正面から見たコントラスト、階調特性、色再現性は著しく改善された。しかし、TN モード液晶パネルには、CRT 等と比べ視野角が狭いという欠点があり、そのため用途が限定される問題がある。

【0004】そこで本出願人は、視野角が狭いという TN モード液晶パネルの欠点を改善するために、電圧無印加時に垂直配向した液晶分子を電圧印加時に水平に駆動すると共に、1 画素内の液晶分子の配向方向を複数に分割した MVA (Multidomain Vertical Alignment) 型液晶パネルを開発し、特願平 10-185836 号等においてその構成を開示した。

【0005】MVA 型液晶パネルは、誘電率異方性が負の n 型液晶と垂直配向膜を使用し、電圧を印加した時

に、液晶が斜めになる方向が 1 画素内において複数になるように規制するドメイン規制手段を設ける。

【0006】ドメイン規制手段は、電極上の一部に設けた突起等により、突起部分の液晶分子を電圧無印加時に於いて予め微小角度傾斜させるものである。この突起は、電圧を印加した時に液晶分子の配向方向を決定するトリガの役割を果し、小さなもので十分である。なお、MVA 型液晶パネルでは、ドメイン規制手段で液晶分子を予め微小角度傾斜させるので、垂直配向膜にラビング処理を施す必要はない。

【0007】MVA 型液晶パネルは、電圧を印加しない状態ではほとんどの液晶分子が基板表面に対して垂直に配向し、透過率ゼロの状態 (黒表示) になる。中間の電圧を印加すると、突起の傾斜面の影響で液晶分子の傾斜方向が決定され、1 画素内で液晶の配向方向が分割される。従って、中間の電圧では 1 画素内での液晶の光学特性が平均化され、全方位で均一な中間調表示が得られる。更に、所定の電圧を印加すると液晶分子はほぼ水平になり白表示となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、MVA 型液晶パネルでは、駆動電圧が 1 V 程度の黒表示から駆動電圧が 2～3 V 程度の低輝度中間調表示に切り替える場合の応答速度が、TN モード液晶パネルに比較して遅いという問題がある。

【0009】これは、MVA 型液晶パネルでは垂直配向膜にラビング処理を行わず、微小領域の液晶の配向方向が電圧無印加の状態種々の方向を向いているため、駆動電圧が 2～3 V 程度の低電圧の場合は、すべての液晶の配向方向を所定の方向に配向させるのに時間がかかるためと考えられる。

【0010】また、駆動電圧が 1 V 程度の黒表示から駆動電圧が 3～4 V 程度の高輝度中間調表示に切り替える場合、また、駆動電圧が 1 V 程度の黒表示から駆動電圧が 5 V 程度の白表示に切り替える場合は、輝度がオーバーシュートするため表示印象が悪くなる問題がある。

【0011】これは、3 V 程度以上の駆動電圧では、液晶の配向方向を回転させるモーメントが大きくなるため、液晶の配向方向が目標とする配向方向を越えて回転してしまうためと考えられる。

【0012】また、黒表示から中間調等の表示に切り替える場合に、中間調等の表示が、直前の黒表示だけではなく、更に前の表示状態の影響を受けて、輝度にオーバーシュートを発生する場合がある。これは、直前の黒表示における液晶の配向状態が、それ以前の液晶の配向状態により異なるためと考えられる。

【0013】そこで、本発明は、n 型液晶を垂直配向した MVA 型液晶パネルを駆動する場合において、黒表示から低輝度中間調表示に切り替える場合の応答時間を短縮し、黒表示から中間調表示又は白表示に切り替える場

10

20

30

40

50

合のオーバーシュートを低減させた駆動回路を有する液晶表示装置及びその駆動方法を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、電圧が印加される画素電極及び対向電極との間に液晶が設けられ、液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ平行となり、所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになり、更に、所定の電圧より小さい電圧が印加された時に、各画素内において、液晶の配向の斜めになる方向が各画素内において複数になるように規制するドメイン規制手段を備える液晶表示装置において、画素を第1の透過率から第1の透過率より大きい第2の透過率に変化させる場合、画素電極に対して、第2の透過率に変化させる第1の期間に第2の透過率に対応する第1の目標駆動電圧より大きい電圧を印加し、第1の期間後の第2の期間に第1の目標表示電圧を印加する駆動回路を有することを特徴とする液晶表示装置を提供することにより達成される。

【0015】本発明によれば、画素内の液晶を第1の透過率から第2の透過率に変化させる場合、第1の期間に第1の目標駆動電圧より大きい電圧を印加し、その後の第2の期間から第1の目標表示電圧を印加するので、微小領域の液晶の配向方向が電圧を印加した状態で種々の方向を向くMVA型液晶パネル内の液晶の配向方向を変更する時の応答時間を短縮することができる。従って、視野角が広く且つ応答特性の良い液晶表示装置を提供することができる。

【0016】また、本発明の液晶表示装置の駆動回路は、画素を第1の透過率から第2の透過率より大きい第3の透過率に変化させる場合、画素電極に対して、第3の透過率に変化させる第1の期間に第3の透過率に対応する第2の目標駆動電圧を印加することを特徴とする。

【0017】本発明によれば、画素内の液晶を第1の透過率からより大きい第3の透過率に変化させる場合、第1の期間に第3の透過率に対応する第2の目標駆動電圧を印加するので、液晶の配向の変化に対してオーバーシュートを生じさせることなく、応答時間を短縮することができる。従って、オーバーシュートによるちらつきがなく、応答特性の良い液晶表示装置を提供することができる。

【0018】また、本発明の液晶表示装置の駆動回路は、画素を第1の透過率から第3の透過率より大きい第4の透過率に変化させる場合、画素電極に対して、第4の透過率に変化させる第1の期間に第4の透過率に対応する第3の目標駆動電圧より大きい電圧を印加し、第1の期間後の第2の期間に第3の目標駆動電圧を印加することを特徴とする。

【0019】本発明によれば、液晶画素を第1の透過率からさらに大きい第4の透過率に変化させる場合、第1

の期間に第3の目標駆動電圧より大きい駆動電圧を印加し、その後の第2の期間から第3の目標駆動電圧を印加する。従って、ドメイン規制手段で分割された複数の領域を有するMVA型液晶パネルにおいて、非常に高い第3の目標駆動電圧を印加した場合の応答特性の劣化を防止し、オーバーシュートがなく応答特性を改善した液晶表示装置を提供することができる。

【0020】また、上記の目的は、電圧が印加される画素電極及び対向電極との間に液晶が設けられ、該液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ平行となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになる液晶表示装置において、画素の透過率を所定の値以下にする場合、前記画素電極に前記液晶の配向の閾値電圧より大きな駆動電圧を印加する駆動回路を有することを特徴とする液晶表示装置を提供することにより達成される。

【0021】本発明によれば、画素の透過率を所定の値以下にする場合、画素電極に液晶の配向の閾値電圧より大きな駆動電圧を印加することにより、画素の透過率が所定の値以下の液晶分子を予め所定の角度だけ傾斜させておく。従って、画素の透過率が所定の値以下の表示から中間調表示に切り替える場合に、液晶分子を短時間で中間調表示に対応した角度まで傾斜させることができ、表示の応答時間を短縮することが可能になる。

【0022】また、本発明の液晶表示装置は、液晶の光学特性と逆の光学特性を生じる光学補償手段を有し、かかる光学補償手段の遅相軸は、前記液晶の遅相軸と直交して配置され、前記画素電極に前記駆動電圧を印加した時に液晶に発生する光学特性を打ち消すことを特徴とする。

【0023】本発明によれば、光学補償手段が液晶の光学特性を打ち消すので、画素の透過率が所定の値以下の表示において、大きな駆動電圧を印加して液晶分子の傾斜角度を大きくすることができ、黒表示から中間調表示への応答時間をより短縮することができる。

【0024】また、上記の目的は、電圧が印加される画素電極及び対向電極との間に液晶が設けられ、該液晶の配向が、電圧無印加時にはほぼ垂直に、所定の電圧を印加した時にはほぼ平行となり、前記所定の電圧より小さい電圧を印加した時には斜めになり、更に、前記所定の電圧より小さい電圧が印加された時に、各画素内において、前記液晶の配向の斜めになる方向が各画素内において複数になるように規制するドメイン規制手段を備える液晶表示装置において、画素を第1の透過率から該第1の透過率より大きい第2の透過率に変化させる場合、前記第1の透過率のフレーム期間が連続した場合に、前記画素電極に対して、前記第2の透過率に変化させる第1のフレーム期間に前記第2の透過率に対応する目標駆動電圧より大きい駆動電圧を印加する駆動回路を有することを特徴とする液晶表示装置を提供することにより達成

される。

【0025】本発明によれば、第1の透過率の表示が所定数のフレーム期間連続し、かつ、第1の透過率から第2の透過率に切り替える場合に、第2の透過率に変化させる第1フレーム期間に第2の透過率に対応する目標駆動電圧より大きい駆動電圧を印加する。この場合、第1の透過率の表示が所定数のフレーム期間連続しているで液晶分子の状態が一定になり、液晶分子が第1の透過率から第2の透過率に切り替わる場合の状態変化を最適化でき、輝度のオーバーシュートを防止することができる。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面に従って説明する。しかしながら、かかる実施の形態が本発明の技術的範囲を限定するものではない。

【0027】〔第1の実施の形態例〕図1は、本発明の実施の形態のMVA型液晶パネル1の等価回路である。実際のMVA型液晶パネル1には、例えばカラー表示を行う場合は、 $1024 \times 3 \times 768$ 個の画素があるが、ここでは 3×3 画素の場合を示す。

【0028】MVA型液晶パネル1は、縦方向のソース電極線S0、S1、S2と横方向のゲート電極線G0、G1、G2により各画素に区分され、各画素毎にTFT2~10を有する。TFT2~10のソース電極Sとゲート電極Gは、それぞれソース電極線S0~S2とゲート電極線G0~G2に接続され、ドレイン電極Dは画素電極12~20に接続される。

【0029】画素電極12~20は、ITO (Indium Tin Oxide) 等の透明電極で、対向する共通電極32との間に挿入される液晶画素22~30に駆動電圧を印加する。共通電極32は液晶パネルのほぼ全面を覆うITO透明電極で、共通電圧Vcomが印加される。

【0030】図2は、本実施の形態のMVA型液晶パネル1の概略図で、図2(1)は図1における画素電極15、16、17の部分を上方から見た平面図、図2(2)は図2(1)のA-A線における断面図である。

【0031】図2(1)に示すように、画素電極15~17の上にはジグザグに屈曲した突起40が設けられる。この突起40が、1画素内の液晶の配向方向を複数に分割するドメイン規制手段として機能する。ソース電極線S1とゲート電極線G1で区分された部分に画素電極16があり、画素電極16はTFT6に接続されている。なお、CS電極41は、補助容量を形成するための電極である。

【0032】また、突起40は、図2(2)に示すように、共通電極32と画素電極15~17の両方に互い違いに形成されており、その上に図示しない垂直配向膜が設けられる。液晶分子42は、垂直配向膜により電圧無印加時に電極表面に対し略垂直に配向するが、垂直配向

膜にはラビング処理を施さないため、突起40の横斜面にある液晶分子42は、その斜面に垂直に配向しようとするので、その部分の液晶分子42は所定の角度だけ傾斜する。

【0033】突起40の部分で傾斜した液晶分子42は、電圧を印加した時に他の液晶分子42の配向方位を決定するトリガの役割を果たす。このため、電圧を印加した時に、液晶分子42が斜めになる方向は1画素内において複数に分割されるので、視角依存性がなくなり、どの方向から見ても均一な表示が得られる。

【0034】図3は、本発明の実施の形態の液晶表示装置の駆動電圧波形で、図3(1)はTFTのゲート電極に印加されるゲート電圧Vgの波形であり、図3(2)及び図3(3)はTFTのソース電極に印加されるソース電圧Vsの波形の例である。ゲート電圧Vgの印加によりTFTが導通する時、このソース電圧Vsが、各液晶画素22~30に印加される駆動電圧になる。

【0035】例えば、図1において、ソース電極線S1にソース電圧Vsを印加し、ゲート電極線G1にゲート電圧Vgを印加すれば、TFT6が導通し、液晶画素26に対応した画素電極16に駆動電圧が印加される。

【0036】また、図3(2)及び図3(3)のソース電圧Vsは、共通電極32の電位Vcomを基準としており、フレーム期間毎に反転する。これは、液晶に常に同じ方向の電圧を印加すると液晶が劣化するため、液晶を交流電圧で駆動するためである。

【0037】図3(2)は、液晶画素に時間ゼロから始まる第1のフレーム期間Tf1、及び時間2Tから始まる第3のフレーム期間Tf3に駆動電圧Vpを印加し、時間Tから始まる第2のフレーム期間Tf2、及び時間3Tから始まる第4のフレーム期間Tf4に反転した駆動電圧Vpを印加する場合を示す。一般に、駆動電圧の印加に対する液晶の配向変化は遅く、ある駆動電圧Vpに対応する透過率に液晶配向を変化させるためには、数フレーム期間にわたり駆動電圧Vpを印加する必要がある。図3(2)の駆動電圧波形は、かかる従来の一般的な駆動電圧波形と同様に、Vpを第1~第4フレーム期間にわたり連続して印加する。

【0038】図3(3)は、本発明の実施の形態例の改良された駆動電圧波形を示し、液晶画素の応答速度とオーバーシュートを改善するため、第1のフレーム期間Tf1の駆動電圧Vp1を第2のフレーム期間Tf2以降の駆動電圧Vp2より大きくした場合を示す。

【0039】本発明の実施の形態例では、画素内の液晶の透過率の変更の種類に応じて、上記図3(3)の駆動電圧波形と、図3(2)の駆動電圧波形とを適宜使い分ける。即ち、液晶画素の目標透過率により、応答速度とオーバーシュートを最適にすることができる駆動電圧比Vp1/Vp2が異なる。そこで、透過率の応答特性について以下に説明する。

10

20

30

40

50

【0040】図4乃至図7は、本発明の実施の形態のMVA型液晶パネル1の透過率の応答特性の説明図である。図4(1)は、ある液晶画素の透過率を0%から約2%にするために目標駆動電圧 V_{p2} を2.5Vとし、第1のフレーム期間 T_{f1} の駆動電圧 V_{p1} を第2のフレーム期間 T_{f2} 以降の駆動電圧 V_{p2} の0.8倍にした場合($V_{p1}/V_{p2}=0.8$)、駆動電圧 V_{p1} を駆動電圧 V_{p2} と等しくした場合($V_{p1}/V_{p2}=1$)、駆動電圧 V_{p1} を駆動電圧 V_{p2} の1.25倍にした場合($V_{p1}/V_{p2}=1.25$)の応答特性を示す。

【0041】また、図4(2)は、透過率を0%から約8%にするために目標駆動電圧 V_{p2} を3Vとし、駆動電圧 V_{p1} を駆動電圧 V_{p2} と等しくした場合($V_{p1}/V_{p2}=1$)、駆動電圧 V_{p1} を駆動電圧 V_{p2} の1.1倍にした場合($V_{p1}/V_{p2}=1.1$)、駆動電圧 V_{p1} を駆動電圧 V_{p2} の1.25倍にした場合($V_{p1}/V_{p2}=1.25$)、駆動電圧 V_{p1} を駆動電圧 V_{p2} の1.4倍にした場合($V_{p1}/V_{p2}=1.4$)、駆動電圧 V_{p1} を駆動電圧 V_{p2} の2倍にした場合($V_{p1}/V_{p2}=2$)の応答特性を示す。

【0042】図4の応答特性から、透過率がほぼ0%である黒表示から透過率が約10%以下である低輝度中間調表示に切り替える場合は、駆動電圧比 V_{p1}/V_{p2} を1.25にすると、オーバーシュートがなく応答時間が短縮することが分かる。即ち、表示を切り替えてから約1フレーム期間($T=16.7\text{ms}$)で液晶の配向の変化を完了させて目標の透過率にすることができる。

【0043】これに対して、 V_{p1}/V_{p2} を0.8、1、1.1にした場合は、応答速度が遅く液晶が目標透過率になるまでに2フレーム期間以上かかってしまう。これでは、動画等を表示する場合に画像が帯を引いて見にくくなる。また、 V_{p1}/V_{p2} を1.4、2にした場合は、応答速度は速いが、透過率にオーバーシュートが発生し表示画面のちらつきの原因になる。

【0044】前述のように、MVA型液晶パネル1は垂直配向膜にラビング処理を行わず、微小領域の液晶の配向方向が電圧無印加の状態種々の方向を向いている。このため、透過率ゼロから第2の透過率に変化させる場合、第2の透過率に対応する目標駆動電圧 V_{p2} が2~3V程度の低電圧であるため、すべての液晶の配向方向を所定の方向に回転させるのに時間がかかるものと考えられる。従って、第1のフレーム期間の駆動電圧 V_{p1} を目標駆動電圧 V_{p2} の1.25倍にすれば、液晶分子に最適の回転モーメントを与えることができ、液晶の応答速度を短縮することができると考えられる。

【0045】このように透過率がほぼ0%である黒表示から透過率が約10%以下である低輝度中間調表示に切り替える場合は、図3(3)の駆動波形が好ましい。そして、この駆動波形によれば、図4に示される通り1フ

レーム期間で目標透過率に達することができる。従って、フレーム毎に応答完了にすることができ、動画表示がスムーズになる。

【0046】図5(1)は、透過率を0%から約12%に変化させるために目標駆動電圧 V_{p2} を3.5Vとし、第1のフレーム期間の駆動電圧 V_{p1} を目標駆動電圧 V_{p2} の0.8倍、1倍、1.25倍とした場合を示す。

【0047】このように、黒表示から透過率が約10~15%である高輝度中間調表示に切り替える場合は、駆動電圧比 $V_{p1}/V_{p2}=1$ とすると、オーバーシュートがなく応答時間が短縮することが分かる。この場合、 $V_{p1}/V_{p2}=0.8$ では応答速度が遅く、逆に $V_{p1}/V_{p2}=1.25$ にすると、応答速度は早いがオーバーシュートが発生し、表示画面のちらつきの原因になる。

【0048】これは、目標駆動電圧 V_{p2} が3V程度以上の場合、液晶の配向方向を回転させるモーメントが大きくなるため、 V_{p1}/V_{p2} を大きくするとオーバーシュートの原因になり、逆に目標駆動電圧 V_{p2} が大きいので、駆動電圧比 $V_{p1}/V_{p2}=1$ でも応答速度は十分に短くなるためと考えられる。

【0049】図5(2)は、透過率を0%から約16%に変化させるために目標駆動電圧 V_{p2} を5.5Vとし、第1のフレーム期間の駆動電圧 V_{p1} を目標駆動電圧 V_{p2} の0.8倍、1倍、1.25倍とした場合を示す。

【0050】このように、黒表示から透過率が約15%以上である白表示に切り替える場合は、駆動電圧比 $V_{p1}/V_{p2}=1.25$ とすると、オーバーシュートがなく応答時間が短縮することが分かる。この場合、 $V_{p1}/V_{p2}=0.8$ 又は1では、応答速度は早いがオーバーシュートが発生し、表示画面のちらつきの原因になる。

【0051】これは、駆動電圧 V_{p1} が5V程度以上になると、ドメイン規制手段である突起部分の液晶素子が配向し始めるためと考えられる。即ち、図6(1)に示すように、駆動電圧 V_{p1} は、突起40の領域で電圧 V_{pt} と電圧 V_{pn} とに分圧され、突起40の領域の液晶分子45には駆動電圧 V_{p1} より小さい電圧 V_{pt} が印加される。この場合、駆動電圧 V_{p1} が約5V以下の場合、突起40の領域における液晶分子への電圧 V_{pt} は液晶分子45の配向の閾値以下となるため、液晶分子45は動かない。従って、 $V_{p1}/V_{p2}=0.8$ 又は1では突起40の領域以外の液晶分子の動作が支配的になり、応答速度の増加に伴ってオーバーシュートが発生するものと考えられる。

【0052】一方、駆動電圧 V_{p1} が約5V以上になると、図6(2)に示すように、突起40の領域の電圧 V_{pt} は、液晶分子45の配向の閾値以上になるため、液

晶分子45は動き始める。しかし、液晶分子45の配向方向はすぐには安定しないため全体の応答速度は低下する。従って、 $V_{p1}/V_{p2}=1.25$ の場合は、第1のフレーム期間 T_{f1} で突起40の領域の液晶分子45の動作が始まり、その動作の遅れに伴ってオーバーシュートが低減するものと考えられる。

【0053】このように、黒表示から透過率が約15%以上である白表示に切り替える場合は、駆動電圧比 $V_{p1}/V_{p2}=1.25$ にすると、 $V_{p1}/V_{p2}=1$ 及び0.8に比較して、オーバーシュートがなく応答速度を最適なものにすることができる。

【0054】以上、図4、図5の結果から明らかになる通り、(1)ある画素の表示を黒表示から低輝度中間調表示に切り替える場合は、第1のフレーム期間 T_{f1} の駆動電圧 V_{p1} を第2のフレーム期間 T_{f2} 以降の駆動電圧 V_{p2} の例えば1.25倍とし、(2)黒表示から高輝度中間調表示に切り替える場合は、駆動電圧 V_{p1} を駆動電圧 V_{p2} と同等にし、(3)黒表示から白表示に切り替える場合は、駆動電圧 V_{p1} を駆動電圧 V_{p2} の例えば1.25倍とすることが好ましい。従って、上記の(1)、(3)の場合は図3(3)の波形が好ましく、上記の(2)の場合は図3(2)の波形が好ましい。なお、上記の1.25倍はあくまでも1例であり、要は上記(1)(3)の場合は $V_{p1}>V_{p2}$ にすることが必要である。

【0055】図7は、ある画素の表示を黒→低輝度中間調→黒→高輝度中間調→黒→白→黒と切り替える場合の、実施の形態例の好ましい駆動電圧波形とその透過率の応答特性を示す図である。時間 t_{11} から駆動電圧0.5Vの黒表示を4フレーム期間表示し、時間 t_{12} から目標駆動電圧 $V_{p2}=2.5$ Vの低輝度中間調を4フレーム期間表示する。この場合、第1の透過率から第2の透過率への変更に該当し、図3(3)の如く、時間 t_{12} から始まる第1のフレーム期間の駆動電圧を $V_{p1}=1.25 \times V_{p2}=3.1$ Vにし、その後の第2、第3、第4のフレーム期間を目標駆動電圧 $V_{p2}=2.5$ Vにして、透過率約2%の低輝度中間調に応答性よく切り替える。

【0056】次に、時間 t_{13} から駆動電圧0.5Vの黒表示を4フレーム期間表示し、時間 t_{14} から目標駆動電圧 $V_{p2}=3.5$ Vの高輝度中間調を4フレーム期間表示する。この場合は、第1の透過率から第3の透過率への変更に該当し、図3(2)の如く、時間 t_{14} から始まる第1のフレーム期間及びその後の第2、第3、第4のフレーム期間の駆動電圧を $V_{p1}=V_{p2}=3.5$ Vにして、透過率約12%の高輝度中間調にオーバーシュートなく切り替える。

【0057】次に、時間 t_{15} から駆動電圧0.5Vの黒表示を4フレーム期間表示し、時間 t_{16} から目標駆動電圧 $V_{p2}=5.5$ Vの白を4フレーム期間表示す

る。この場合は、第1の透過率から第4の透過率への変更に該当し、図3(3)の如く、時間 t_{16} から始まる第1のフレーム期間の駆動電圧を $V_{p1}=1.25 \times V_{p2}=6.9$ Vにし、その後の第2、第3、第4のフレーム期間を目標駆動電圧 $V_{p2}=5.5$ Vにして、透過率約16%の白表示にオーバーシュートなく切り替える。

【0058】このように、本実施の形態の液晶表示装置では、黒表示から低輝度中間調表示、黒表示から高輝度中間調表示、黒表示から白表示のいずれに切り替える場合でも、応答時間を短縮し、かつオーバーシュートを発生させずに切り替えることができる。

【0059】図8は、本発明の実施の形態における液晶画素の駆動電圧と補償電圧の関係図である。横軸に目標駆動電圧 V_{p2} 及び透過率をとり、縦軸に第1のフレーム期間の駆動電圧 V_{p1} 及び補償電圧をとった。ここに補償電圧は、第1のフレーム期間の駆動電圧 V_{p1} と目標駆動電圧 V_{p2} との差電圧である。

【0060】前述のように、本実施の形態例においては、黒表示となる第1の透過率から低輝度中間調表示となる第2の透過率に切り替える場合は、第1のフレーム期間の駆動電圧 V_{p1} は目標駆動電圧 V_{p2} の約1.25倍にする。従って、補償電圧は、目標駆動電圧 V_{p2} の約0.25倍である。

【0061】また、第1の透過率から高輝度中間調表示となる第3の透過率に切り替える場合は、第1のフレーム期間の駆動電圧 V_{p1} は目標駆動電圧 V_{p2} とほぼ等しくする。従って、補償電圧はほぼ0である。

【0062】更に、第1の透過率から白表示となる第4の透過率に切り替える場合は、第1のフレーム期間の駆動電圧 V_{p1} は目標駆動電圧 V_{p2} の約1.25倍にする。従って、補償電圧は、目標駆動電圧 V_{p2} の約0.25倍である。

【0063】なお、図8における第1乃至第3の目標駆動電圧の具体的な数値及び V_{p1}/V_{p2} の比(1.25倍)の値は、液晶の特性または液晶表示装置の用途等により異なった値となり得る。また、それに伴い補償電圧も液晶の特性等に依存した値になる。更に、第1、第2、第3の透過率の境界は必ずしも明確に定めることはできない。従って、それらの特性図は図8に示すようになめらかな曲線になる。

【0064】本発明の実施の形態の液晶表示装置は、後述するように、目標駆動電圧 V_{p2} と補償電圧の関係をテーブルとして記憶しており、駆動電圧に補償電圧を加えて液晶画素に印加するので、各液晶画素の表示を切り替える場合に、最適化された応答速度とオーバーシュートの特性を有する駆動電圧で液晶を駆動することができる。

【0065】図9は、本発明の実施の形態の液晶表示装置の全体概略図である。本実施の形態の液晶表示装置

は、MVA型液晶パネル1と、映像信号S10が供給される駆動制御部50と、駆動制御部50からタイミング信号S11が供給され、MVA型液晶パネル1のゲート電極線を駆動するゲートドライバ部51と、液晶画素の目標透過率に対応した目標駆動信号S12から駆動電圧の補償電圧信号S14を生成する補償回路52と、目標駆動信号S12と補償電圧信号S14とから液晶画素の駆動信号S13を生成する駆動電圧調整回路57と、駆動信号S13とタイミング信号S11とが供給されMVA型液晶パネル1のソース電極線を駆動するソースドライバ部59とを有する。

【0066】また、補償回路52は、MVA型液晶パネル1の各液晶画素毎の目標駆動信号S12を、フレーム期間毎に交互に記憶する1次、2次フレームメモリ53、54と、1次フレームメモリ53と2次フレームメモリ54のデータを比較して表示状態が変化した画素を検出し、駆動電圧調整回路57に補償電圧信号S14を出力する表示状態変化画素検出回路55とを有する。この場合、表示状態変化画素検出回路55は、図8に示した透過率ゼロの状態から変化させる場合の目標駆動電圧Vp2と補償電圧の関係データを格納したルックアップ

テーブル56を参照して、補償電圧信号S14を生成する。

【0067】即ち、画素の透過率に対応する目標駆動信号S12は、駆動制御部50からタイミング信号S11に同期して出力され、1次、2次フレームメモリ53、54にフレーム期間毎に交互に記憶される。この場合、例えば、第1のフレーム期間において、ある画素の第1の透過率が1次フレームメモリ53に記憶され、第2のフレーム期間において、その画素の第2の透過率が2次フレームメモリ54に記憶された場合は、その画素は、第1の透過率から第2の透過率に切り替わったことになる。この画素表示の切り替わりは、表示状態変化画素検出回路55により検出され、表示状態変化画素検出回路55は、ルックアップテーブル56のデータに基づき、補償電圧信号S14を生成する。この補償電圧信号S14は、駆動電圧調整回路57において目標駆動信号S12に加算され、駆動信号S13になってソースドライバ部59に供給される。

【0068】このように、本実施の形態の液晶表示装置は、液晶画素の応答特性から求めたルックアップテーブル56のデータに基づいて液晶画素を駆動するので、液晶画素の応答速度とオーバーシュートの特性を最適化することができる。また、応答特性が異なる液晶画素を駆動する場合にも、ルックアップテーブル56のデータを変更するだけで、常に最適な応答特性を実現することができる。

【0069】〔第2の実施の形態例〕次に、黒を表示する場合に、液晶分子に所定の駆動電圧を印加して予め傾斜させておき、黒表示から中間調表示等に切り替える場

合の応答時間を短縮する本発明の他の実施の形態の液晶表示装置について説明する。

【0070】前述のように、MVA型液晶パネルの突起の近傍の液晶分子は、突起の傾斜面に垂直に配向するため、駆動電圧を印加しない状態でも微小な傾斜角度を有する。しかしながら、突起の近傍の液晶分子の傾斜は、駆動電圧を印加した場合に他の液晶分子を順次傾斜させるトリガになるだけであり、突起から離れた液晶分子は、駆動電圧を印加しない状態では基板にほぼ垂直に配向している。

【0071】本実施の形態の液晶表示装置は、MVA型液晶パネルにおいて黒を表示する場合に、液晶分子に所定の駆動電圧Voffを印加して予め傾斜させておき、黒表示から中間調表示等に切り替える場合の応答時間を短縮するものである。

【0072】図10は、本実施の形態のMVA型液晶パネルの駆動電圧を印加しない状態の断面図である。本実施の形態のMVA型液晶パネルは、ガラス等の基板101の下面に、ITO透明導電間膜等の電極102と突起等の土手状構造物103と垂直配向膜104とを積層し、ガラス等の基板109の上面に、共通電極108と土手状構造物103と垂直配向膜107とを積層し、その間に液晶分子105を封入し、更に、基板101の上面に偏光板106を設け、基板109の下面に偏光板110を設ける。

【0073】本実施の形態のMVA型液晶パネルは、例えば、透過型の構成にしてノーマリーブラックモードで動作させる場合、偏光板106の透過軸を偏光板110の透過軸と直交するように配置する。MVA型液晶パネルは、電極102と共通電極108との間に駆動電圧を印加しない状態では、液晶分子105が基板101等にほぼ垂直に配向されているため、液晶分子105は光の旋光等の光学特性を持たない。従って、偏光板106を通過して直線偏光となった光112は、偏光板110を通過できず、透過率ゼロの黒表示になる。

【0074】一方、電極102と共通電極108との間に駆動電圧を印加すると、液晶分子105の傾斜が始まって光学特性を持つようになり、光112は偏光板110を幾分通過して中間調表示になる。電極102と共通電極108との間の駆動電圧を更に高めると、液晶分子105は基板101等に水平になり、光112の偏光面は90°回転して偏光板110に対する透過率が最大になる。この場合が白表示である。

【0075】図11は、本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルにおいて、駆動電圧Voffを印加した状態で黒を表示させる場合の説明図であり、図11(1)はその断面図、図11(2)は平面図である。図11

(1)に示すように、本実施の形態のMVA型液晶パネルは、黒表示を行う場合にも、電極102と共通電極108との間に駆動電圧Voffを印加し、液晶分子10

5を基板101等に垂直な方向から予め角度 θ_p だけ傾斜させる。ここに駆動電圧 V_{off} は、液晶分子105の傾斜が始まる閾値電圧 V_{th} より大きく、かつ液晶パネルの透過率が発生する値より小さく設定される。

【0076】なお、液晶分子105の傾斜方向は、図11(2)の平面図に示すように、土手状構造物103に垂直な方向である。また、土手状構造物103はその左右の傾斜が異なるため、液晶分子105は液晶パネルの領域I及び領域IIIでは左に傾斜し、領域IIでは右に傾斜する。

【0077】このように本実施の形態では、黒を表示させる駆動電圧 V_{off} を閾値電圧 V_{th} より高く設定することにより、黒表示における液晶分子105を角度 θ_p だけ傾斜させておく。従って、黒表示から中間調表示に切り替える場合に、液晶分子105を短時間で中間調表示に対応した角度まで傾斜させることができ、表示の応答時間を短縮することが可能になる。

【0078】図12は、液晶分子105の駆動電圧 V_p と液晶パネルの透過率 T_p との関係を示す図である。駆動電圧 V_p をゼロから徐々に大きくすると、前述のよう
20に閾値電圧 V_{th} で液晶分子105の傾斜が始まる。ただし、駆動電圧 V_p が閾値電圧 V_{th} を越えても液晶分子105の傾斜はまだ小さく、透過率 T_p は実質的にゼロであり黒表示のままである。

【0079】駆動電圧 V_p が2Vを越えると透過率 T_p が徐々に大きくなり、駆動電圧 V_p が2.5V程度で透過率 T_p が約2%になり低輝度中間調表示になる。更に、駆動電圧 V_p が3.5V程度になると透過率 T_p が約10%になって高輝度中間調表示になり、駆動電圧 V_p が5V程度になると透過率 T_p が約15%以上になっ
30て白表示になる。

【0080】このように本実施の形態のMVA型液晶パネルは、液晶分子105の傾斜が始まる閾値電圧 V_{th} 以上でも透過率 T_p がゼロの領域があるため、黒を表示させる駆動電圧 V_{off} を閾値電圧 V_{th} より大きく、例えば2Vに設定することにより、黒表示においても液晶分子105を予め角度 θ_p だけ傾斜させることができる。従って、黒表示から中間調表示等に切り替える場合に、液晶分子105を短時間で中間調表示等に対応した
40角度まで傾斜させることができ、表示の応答時間を短縮することが可能になる。

【0081】図13は、駆動電圧 V_{off} を印加して黒を表示させた状態から、駆動電圧 $V_p=2.5V$ の中間調表示に切り替える場合に、駆動電圧 V_{off} と中間調への応答時間 τ との関係を示す図である。図13に示すように、駆動電圧 $V_{off}=0V$ の場合の応答時間 τ は約95msであるが、駆動電圧 $V_{off}=2V$ にすると、応答時間 τ は約65msに短縮する。

【0082】このように、黒を表示する駆動電圧 V_{off} を高くするほど、黒表示から中間調表示に切り替える
50

場合の応答時間が早くなる。この場合、図12に示したように、駆動電圧 V_{off} が2V程度までは液晶パネルの透過率 T_p はゼロであるため、駆動電圧 V_{off} を約2Vに設定することにより、液晶パネルの表示コントラストを低下させずに応答時間のみを短縮することが可能になる。

【0083】なお、本実施の形態のMVA型液晶パネルでは、図11において液晶分子105の傾斜方向を決める目的で土手状構造物103を使用した例を示したが、本発明は、液晶分子105の傾斜方向を決めるためにスリット状の電極を使用した表示パネル、又はラビングした垂直配向膜を使用した表示パネルなど、VA型液晶パネル全般に適用可能である。

【0084】図14は、本発明の他の実施の形態のMVA型液晶パネルの断面図である。本実施の形態は、黒表示において更に大きな駆動電圧 V_{off} を印加して液晶分子の傾斜角度を大きくしておき、黒表示から中間調表示に切り替える場合の応答時間を更に短縮するものである。

【0085】本実施の形態では、ガラス等の基板101と偏光板106の間に光学特性補償用の直線位相子膜120を設けた点が、図10の実施の形態と相違する。直線位相子膜120は液晶の光学特性と逆の光学特性を有するため、直線位相子膜120により液晶の光学特性を打ち消すことができる。

【0086】即ち、大きな駆動電圧 V_{off} を印加して液晶分子の傾斜角度 θ_p を大きくしても、その液晶の光学特性を直線位相子膜120により打ち消すことができるので、直線位相子膜120を積層したMVA型液晶パネルでは、黒表示における液晶分子の傾斜角度 θ_p を大きくし、黒表示から中間調表示への応答時間をより短縮
30することができ。

【0087】直線位相子膜120の積層により液晶の光学特性を打ち消すには、図15に示すように、光学的位相差 $\Delta n d$ が10nm程度の直線位相子膜120を、その遅相軸121が液晶分子105の遅相軸(傾斜方向)と垂直に、即ち、土手状構造物103に平行に配置する。この配置により、直線位相子膜120に液晶の光学特性と逆の光学特性が生じ、液晶の光学特性を打ち消す
40ことができる。

【0088】図16は、直線位相子膜120を積層したMVA型液晶パネルの駆動電圧 V_p と透過率 T_p との関係を示す図である。図16の駆動電圧約2V以上での特性は、直線位相子膜を積層していない図12の透過率の特性を、直線位相子膜120の光学特性に相当する透過率だけ下に平行移動したものと等価である。なお、図16において駆動電圧 V_p が0V~2Vで透過率 T_p がゼロでないのは、直線位相子膜120の積層により逆の光学特性が生じるためである。

【0089】本実施の形態のMVA型液晶パネルは、図

16に示すように、透過率 T_p がゼロになる駆動電圧 V_p が2V以上になるため、黒表示において2V以上の高い駆動電圧 V_{off} を印加することが可能になる。従って、2V以上の高い駆動電圧 V_{off} に対応して液晶分子の傾斜角度を大きくすることができ、黒表示から中間調表示への応答時間をより短縮することができる。なお、MVA型液晶パネルで通常使用される視角補償用の位相差フィルムに10nm程度の光学的位相差 $\Delta n d$ を持たせることによって、同様の効果を実現することが可能である。

【0090】直線位相子膜120を積層する場合に、液晶分子105の配向方向が表示パネルの領域により異なっている場合は、それぞれの領域内で直線位相子膜120の遅相軸121を液晶分子105の遅相軸（傾斜方向）と直交させる必要がある。この場合、直線位相子膜120を表示パネル内側に形成して、直線位相子膜120を土手状構造物103及び液晶層にできるだけ接近させ、領域毎の視差を少なくすることが望ましい。

【0091】図17は、光学特性補償用の直線位相子膜120を表示パネルの内側に形成した本発明の他の実施の形態のMVA型液晶パネルの断面図である。本実施の形態では、直線位相子膜120はガラス等の基板101の下面に形成され、土手状構造物103及び液晶層に近いので、領域毎の視差を少なくすることができる。

【0092】図18は、図17に示した他の実施の形態のMVA型液晶パネルの上面図である。本実施の形態では、土手状構造物103がジグザグに形成されているので、液晶分子105の配向方向も領域IV、V、VI毎に土手状構造物103と垂直になりジグザグになる。従って、直線位相子膜120の遅相軸121を、領域IV、V、VI毎に液晶分子105の遅相軸（傾斜方向）と直交する方向、即ち、土手状構造物103と平行に配置する。

【0093】このように本実施の形態では、それぞれの領域毎に直線位相子膜120の遅相軸121が液晶分子105の遅相軸（傾斜方向）と直交して配置されるので、直線位相子膜120により液晶の光学特性を打ち消すことができ、黒表示において高い駆動電圧 V_{off} を印加することが可能になる。このため、黒表示における液晶分子の傾斜角度 θ_p を大きくして、黒表示から中間調表示への応答時間を短縮することができる。

【0094】【第3の実施の形態例】次に、黒表示から中間調表示等に切り替える場合の応答時間を短縮した液晶表示装置において、表示を切り替える場合に発生する輝度のオーバーシュートを低減した液晶表示装置について説明する。

【0095】上述の第1の実施の形態では、黒表示から中間調表示等に切り替える場合に、例えば、中間調表示に切り替える直前の1つのフレームの黒表示を検出し、その検出結果により液晶の駆動電圧を調整していた。し

かし、黒表示から中間調表示等への応答特性は、直前の1つのフレームの黒表示だけではなく、直前の更に前のフレームの表示の影響も受けるため、直前のフレームの黒表示だけを検出したのでは適切な駆動を行うことができず、輝度にオーバーシュートを生じる場合があった。

【0096】そこで、本実施の形態の液晶表示装置は、黒表示から中間調表示等に切り替える場合に、直前のフレーム及び更にその前のフレームの黒表示を検出して適切な駆動電圧を印加し、輝度のオーバーシュートを低減するものである。

【0097】図19は、本発明の実施の形態の液晶表示装置の構成図である。本実施の形態の液晶表示装置は、映像信号から補償すべき駆動電圧を検出する補償電圧検出回路205と、補償すべき駆動電圧の1フレーム前の駆動電圧を検出する補償直前電圧検出回路202と、補償直前電圧検出回路202で検出した駆動電圧を記憶する直前表示電圧フレームメモリ203とを有し、直前表示電圧フレームメモリ203は、連続したフレームで各画素が同じ駆動電圧を持つ場合に、そのフレーム数を計数するビットカウンタ204を有する。なお、直前表示電圧フレームメモリ203には、制御回路201から、検出電圧の閾値等を設定する制御信号が入力される。フレームメモリ203とビットカウンタ204は、それぞれ画素分の領域又はカウンタを有する。

【0098】また、本実施の形態の液晶表示装置は、駆動電圧に加算する補償電圧を発生する補償電圧発生回路206と、補償すべき駆動電圧と直前の駆動電圧から補償を行うか否かを判定する補償判定回路207と、補償電圧信号を映像信号に加えるマルチプレクサ208と、マルチプレクサ208の出力信号により液晶表示パネル210を駆動するパネル駆動回路209と、液晶表示パネル210とを有する。

【0099】本実施の形態の液晶表示装置は、例えば、連続した黒表示から中間調表示等に切り替わる際の応答特性を補償する場合に、補償直前電圧検出回路202により、補償すべき中間調表示フレームの直前のフレームにおける黒表示の駆動電圧を検出し、その駆動電圧を直前表示電圧フレームメモリ203に記憶しておく。

【0100】そして、ビットカウンタ204により補償すべき中間調表示フレームの直前の黒表示が所定のフレーム数だけ連続したことが検出され、かつ、補償電圧検出回路205により補償すべき中間調の駆動電圧が検出された場合に、マルチプレクサ208によりその駆動電圧に補償電圧が加算される。

【0101】黒を表示する液晶分子の配向状態は、常にその初期状態になっているとは限らず、その前のフレームの駆動電圧により異なる。しかし、黒表示が例えば2フレーム連続すれば、その前のフレームの駆動電圧にかかわらず、液晶分子の配向状態はほぼ初期状態になる。そのため、黒表示から中間調表示に切り替える場合の液

晶分子の状態変化は一定になり、中間調を表示するための駆動電圧に常に最適の補償電圧を加えることができる。従って、黒表示から中間調表示に切り替える場合の応答時間を短縮すると共に、輝度のオーバーシュートを防止することができる。

【0102】図20は、本実施の形態の駆動方法の補償原理を示す説明図であり、図20(1)は、補償を行っていない場合の駆動電圧と透過率の波形である。ここに横軸は時間であり、1フレーム期間T毎に目盛を入れている。なお、駆動電圧は、実際は1フレーム期間T毎に反転して液晶分子に印加されるが、応答特性の説明の都合上ここでは絶対値で示す。

【0103】本実施の形態による補償を行っていない場合は、図20(1)に示すように、時間0で中間調を表示する駆動電圧 V_{p2} が印加されても、透過率はすぐには立ち上がらず、時間2T以降に目標の透過率 T_{p2} に到達する。

【0104】図20(2)は、最適な駆動電圧を取得するために、時間0から始まる第1フレーム期間のみに、 V_{p2} より大きい駆動電圧 V_{p1} を印加した場合の波形である。この場合、透過率は時間0から立ち上がり、時間Tでピークの透過率 T_{p1} になり、その後立ち下がって時間2Tでゼロになる。本実施の形態では、図20(2)のピークの透過率 T_{p1} が図20(1)の目標の透過率 T_{p2} に等しくなる駆動電圧 V_{p1} を第1フレームの駆動電圧として使用する。

【0105】図20(3)は、本実施の形態の駆動方法により応答特性の補償を行った場合の波形である。本実施の形態は、黒表示のフレームが連続し(-3T、-2T、-1T)、かつ、時間0で黒表示から中間調表示に切り替わる場合に駆動電圧の補償を行う。図20(3)は、-2フレーム(-2T)と-1フレーム(-1T)の2フレーム期間で黒表示が連続し、かつ、時間0で目標の駆動電圧 V_{p2} が中間調に対応する場合であり、第1フレーム期間(0~T)に目標の駆動電圧 V_{p2} より大きい駆動電圧 V_{p1} が印加される。本実施の形態の駆動方法によれば、オーバーシュートを生じさせることなく、1フレーム期間で目標の透過率 $T_{p1}=T_{p2}$ に到達させることができる。

【0106】次に、第1フレーム(0~T)の駆動電圧を、前述した第1の実施の形態の駆動方法により設定した場合に、-2フレーム(-2T~-1T)の影響により、第1フレーム(0~T)の透過率 T_{p1} にオーバーシュートが発生する場合について説明する。

【0107】図21に示すように、-2フレーム(-2T~-1T)が中間調表示で駆動電圧が V_{p2} の場合に、-1フレーム(-1T~0)の駆動電圧がゼロであつても、補償電圧 V_{p1} を印加したことにより、第1フレーム(0~T)の透過率 T_{p1} にオーバーシュートが発生する場合がある。これは、-2フレーム(-2T~-

T)で傾斜していた液晶分子の傾斜角度が、-1フレーム(-1T~0)では初期状態に戻り切らないためである。図21から理解される通り、直前のフレームに加えて、その前の-2フレーム期間の駆動電圧に応じて、補償電圧を加えるか否かの判断をすることが好ましい。

【0108】図22は、-1フレーム(-1T~0)の駆動電圧 V_{n-1} が例えば1Vの場合に、-2フレーム(-2T~-1T)の駆動電圧 V_{n-2} と第1フレーム(0~T)の最大透過率 T_{p1} の関係を示す図である。図22に示すように、-2フレーム(-2T~-1T)の駆動電圧 V_{n-2} が変化すると、第1フレーム(0~T)の最大透過率 T_{p1} は大きく変化する。従って、本実施の形態では、直前の-1フレーム(-1T~0)の駆動電圧 V_{n-1} だけではなく、その前の-2フレーム(-2T~-1T)の駆動電圧 V_{n-2} も検出し、第1フレーム(0~T)の駆動電圧 V_{p1} を決定する。即ち、直前の2フレーム期間に黒表示等が連続した場合に、第1フレーム(0~T)の駆動電圧 V_{p1} を設定する。

【0109】図23は、図22と同じ条件で-3フレーム(-3T~-2T)の駆動電圧 V_{n-3} と第1フレーム(0~T)の最大透過率 T_{p1} の関係を示す図である。図23に示すように、-3フレーム(-3T~-2T)の駆動電圧 V_{n-3} は、図22に示した-2フレーム(-2T~-1T)の駆動電圧 V_{n-2} の場合に比べ、第1フレーム(0~T)の最大透過率 T_{p1} に与える影響が小さい。従って、本実施の形態では、同じ駆動電圧が2フレーム期間連続した場合にのみ、第1フレーム(0~T)の駆動電圧を V_{p1} にすることにより、第1フレーム(0~T)の透過率の変化を最適なものにしていく。

【0110】このように本実施の形態の液晶表示装置は、黒表示が2フレーム期間連続し、かつ、黒表示から中間調表示に切り替える場合に、中間調を表示する第1フレーム期間(0~T)に目標の駆動電圧 V_{p2} より大きい駆動電圧 V_{p1} を印加する。このため、液晶分子が黒表示から中間調表示に切り替わる場合の状態変化が、ほぼ初期状態からの変化になり、輝度のオーバーシュートを防止することができる。

【0111】なお、MVA型液晶パネルでは、駆動電圧を印加すると液晶分子の傾斜配向が土手状構造物から伝播するため、1フレーム期間では画素の一部のみが応答し、図20(3)に点線で示すように第2フレーム(T~2T)でバウンドが発生する場合がある。その場合は、第1及び第2フレーム(0~T、T~2T)において駆動電圧 V_{p1} を連続して印加することにより、バウンドを小さくすることが可能である。

【0112】次に、液晶パネルの温度が上昇した場合に、液晶パネルの透過率にオーバーシュートが発生する場合について説明する。図24は、液晶パネルの温度上昇時の駆動電圧と透過率の波形図である。図24に示す

ように、本実施の形態の駆動方法により第1フレーム期間(0~T)に駆動電圧 V_{p1} が印加された場合であっても、温度の上昇によって液晶の応答が速くなるため、第1フレーム(0~T)の透過率にオーバーシュートが発生する場合がある。

【0113】図25は、表示パネルの温度が25℃で、第1フレームの駆動電圧 V_{p1} が4.0V、3.5V、3.0Vの場合に、-1フレーム(-T~0)の駆動電圧 V_{n-1} が変化したときの第1フレーム(0~T)の最大透過率 T_{p1} の変化を示す。図25に示すように、第1フレーム(0~T)の駆動電圧 V_{p1} が3.0Vの場合に、-1フレーム(-T~0)の駆動電圧 V_{n-1} が0Vから2Vに変化すると、第1フレーム(0~T)の最大透過率 T_{p1} は、約0%から2%に変化する。

【0114】図26は図25と同じ条件で、表示パネルの温度が45℃になったときの第1フレーム(0~T)の最大透過率 T_{p1} を示す。図26に示すように、第1フレーム(0~T)の駆動電圧 V_{p1} が3.0Vの場合に、-1フレーム(-T~0)の駆動電圧 V_{n-1} が0Vから2Vに変化すると、第1フレーム(0~T)の最大透過率 T_{p1} は、約3%から7%に変化する。このように、液晶パネルの温度が上昇すると液晶パネルの透過率が大きくなり、図24の如く補償電圧 V_{p1} を印加すると透過率がオーバーシュートし、正確な輝度を表示することができなくなる。

【0115】そこで本実施の形態の液晶表示装置では、図19に示した補償電圧発生回路206において、温度が上昇した場合に第1フレーム(0~T)の駆動電圧 V_{p1} を低くする温度補償を行い、表示パネルの透過率にオーバーシュートが発生するのを防止している。即ち、図20(3)において、パネルの温度が上昇した場合は、波線の如く第1フレーム(0~T)の駆動電圧 V_{p1} を低めに設定する。

【0116】また、図25及び図26に示すように、-1フレーム(-T~0)の駆動電圧 V_{n-1} が変化すると第1フレーム(0~T)の最大透過率 T_{p1} も変化するが、図12に示したように、駆動電圧が2V以下であれば表示パネルの透過率は実質的にゼロである。従って、本実施の形態では、画素を黒表示にする場合、画素電極に黒を表示する範囲で最大の駆動電圧を印加する。即ち、2V以下の駆動電圧 V_{n-1} をすべて2Vにまとめることにより、直前の表示フレーム(-T~0)の駆動電圧 V_{n-1} による第1フレーム(0~T)の駆動電圧 V_{p1} の計算を簡略化し、駆動回路の処理負担を軽減している。更に、-1フレーム(-T~0)の駆動電圧 V_{n-1} が高いと予め液晶分子が傾斜配向するため、バウンドを小さくすることができる。

【0117】以上の実施の形態例において、液晶を垂直配向させた領域が複数のMVA型液晶パネルについて説明したが、本発明はMVA型液晶パネルに限定されず、

一般的なVA型液晶パネルでも適用可能である。

【0118】

【発明の効果】以上説明した通り、本発明によれば、n型液晶を垂直配向したMVA型液晶パネルを駆動する場合において、黒表示から低輝度中間調表示に切り替える場合の応答時間を短縮し、黒表示から高輝度中間調表示又は白表示に切り替える場合のオーバーシュートを低減させた液晶表示装置及びその駆動方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの等価回路である。

【図2】本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの概略図である。

【図3】本発明の実施の形態の液晶表示装置の駆動電圧波形図である。

【図4】本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの透過率の応答特性図(I)である。

【図5】本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの透過率の応答特性図(II)である。

【図6】透過率の応答特性の説明図である。

【図7】本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの透過率の応答特性図(III)である。

【図8】本発明の実施の形態の駆動電圧と補償電圧の関係図である。

【図9】本発明の実施の形態の液晶表示装置の全体概略図である。

【図10】本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの駆動電圧を印加しない場合の断面図である。

【図11】本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの駆動電圧を印加した場合の説明図である。

【図12】駆動電圧とパネル透過率との関係を示す図である。

【図13】駆動電圧 V_{off} と中間調への応答時間との関係を示す図である。

【図14】本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの断面図である。

【図15】図14のMVA型液晶パネルの上面図である。

【図16】直線位相子積層後の駆動電圧とパネル透過率との関係を示す図である。

【図17】本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの断面図である。

【図18】図17のMVA型液晶パネルの上面図である。

【図19】本発明の実施の形態の液晶表示装置の構成図である。

【図20】本発明の実施の形態の補償原理を示す説明図である。

【図21】-2フレームの影響で第1フレームにオーバ

一シュートが発生した場合の波形図である。

【図22】-2フレームの駆動電圧 V_{n-2} と第1フレーム最大透過率 T_{p1} との関係を示す図である。

【図23】-3フレームの駆動電圧 V_{n-3} と第1フレーム最大透過率 T_{p1} との関係を示す図である。

【図24】温度上昇時にオーバーシュートが発生した場合の波形図である。

【図25】直前の駆動電圧 V_{n-1} と第1フレーム最大透過率 T_{p1} との関係を示す図である。

【図26】45℃における直前の駆動電圧 V_{n-1} と第1フレーム最大透過率 T_{p1} との関係を示す図である。

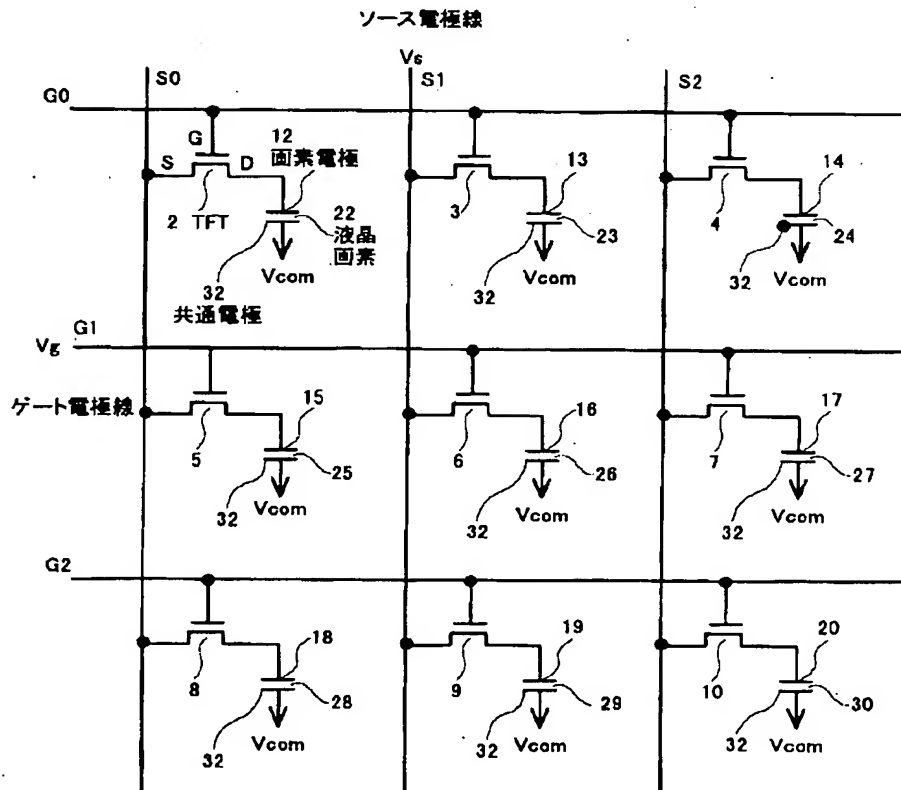
【符号の説明】

- 1 MVA型液晶パネル
- 2~10 TFT
- 12~20 画素電極
- 22~30 液晶画素
- 32 共通電極
- 40 突起

- 41 CS電極
- 42、45 液晶分子
- 50 駆動制御部
- 52 補償回路
- 53 1次フレームメモリ
- 54 2次フレームメモリ
- 55 表示状態変化画素検出回路
- 56 ルックアップテーブル
- 57 駆動電圧調整回路
- 58 駆動回路
- 202 補償直前電圧検出回路
- 203 直前表示電圧フレームメモリ
- 204 連続フレーム数ビットカウンタ
- 205 補償電圧検出回路
- 206 補償電圧発生回路
- 207 補償判定回路
- 208 マルチプレクサ

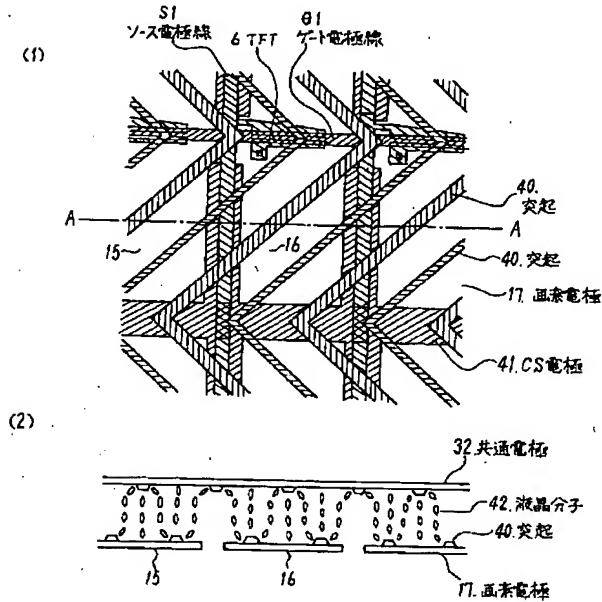
【図1】

本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの等価回路



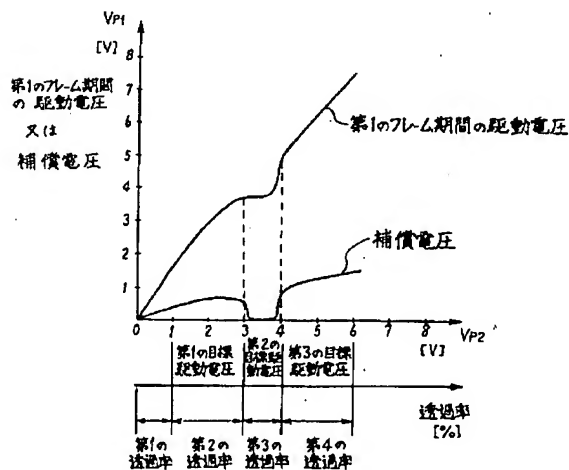
【図2】

本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの概略図



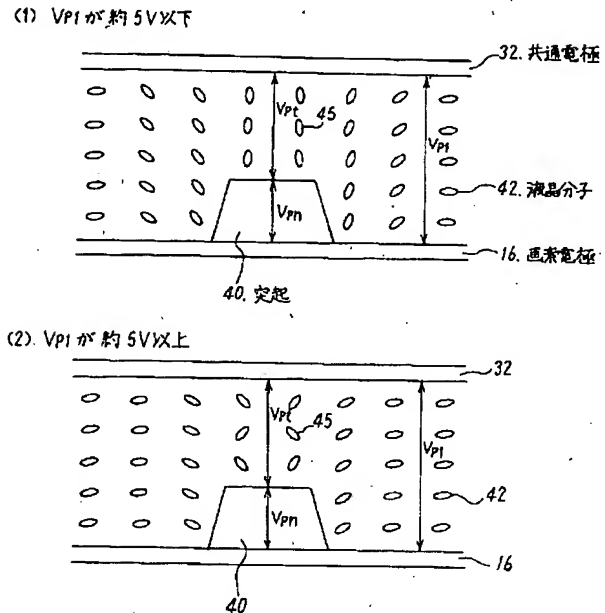
【図8】

本発明の実施の形態の駆動電圧と補償電圧の関係図



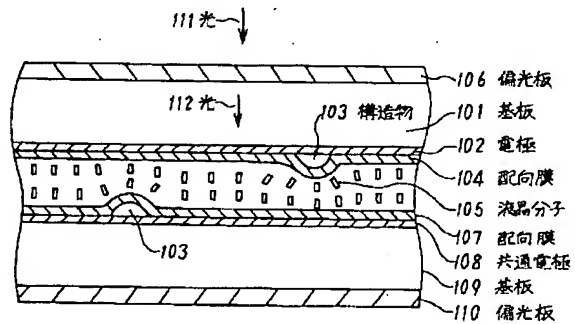
【図6】

透過率の応答特性の説明図

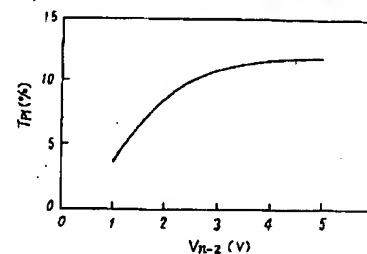


【図10】

本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの断面図(駆動電圧無印加)

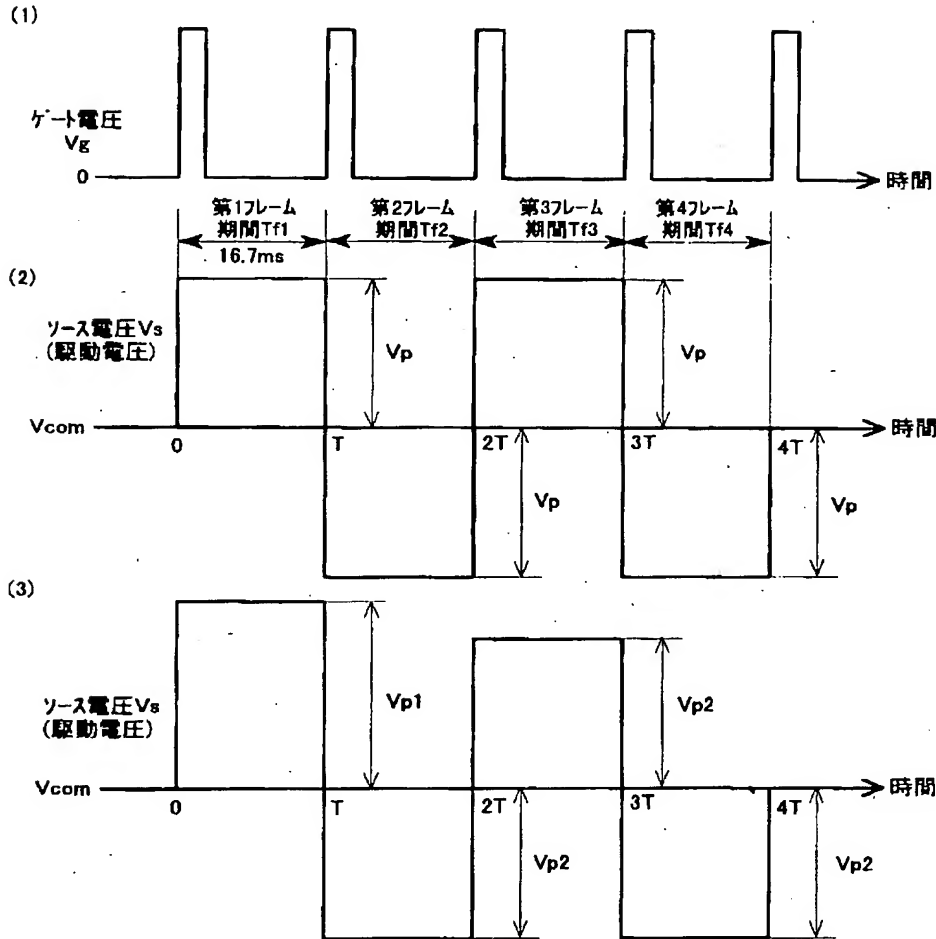


【図22】

-2フレームの駆動電圧 V_{n-2} と第1フレーム最大透過率 T_{p1} との関係を示す図

【図3】

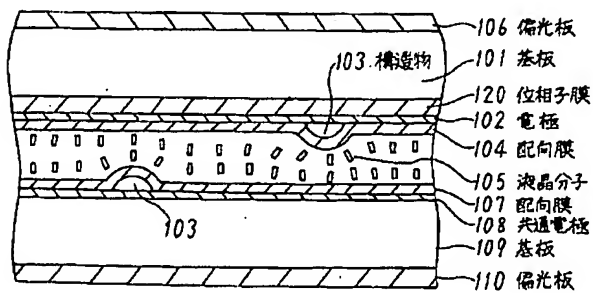
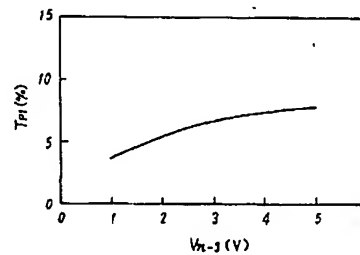
本発明の実施の形態の液晶表示装置の駆動電圧波形



【図17】

【図23】

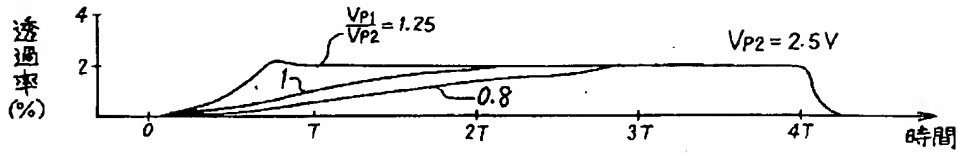
本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの断面図

-3フレームの駆動電圧 V_{n-3} と第1フレーム最大透過率 $TP1$ との関係を示す図

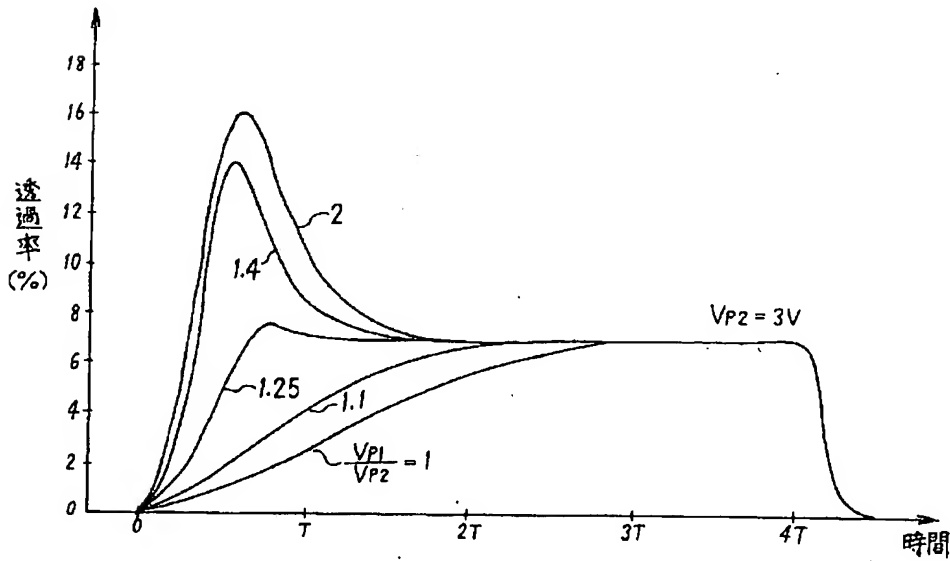
【図4】

本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの
透過率の応答特性(I)

(1)



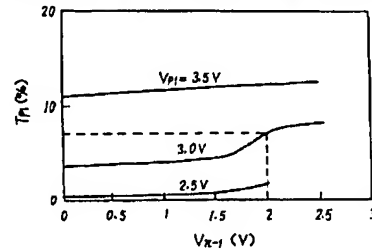
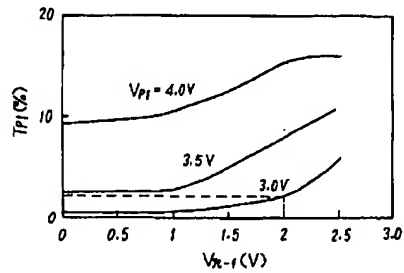
(2)



【図25】

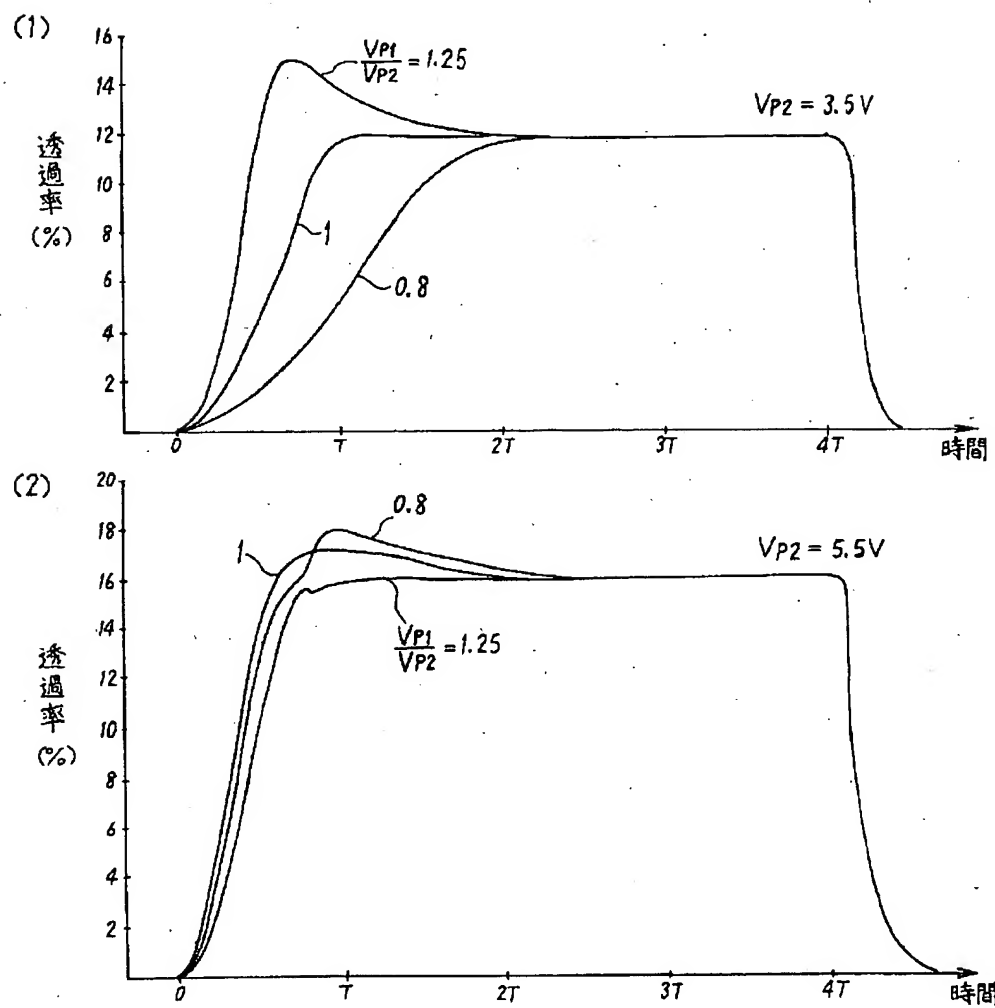
【図26】

直前の駆動電圧 V_{n-1} と第1フレーム最大透過率 $TP1$ との関係を示す図 45°Cにおける直前の駆動電圧 V_{n-1} と第1フレーム最大透過率 $TP1$ との関係を示す図



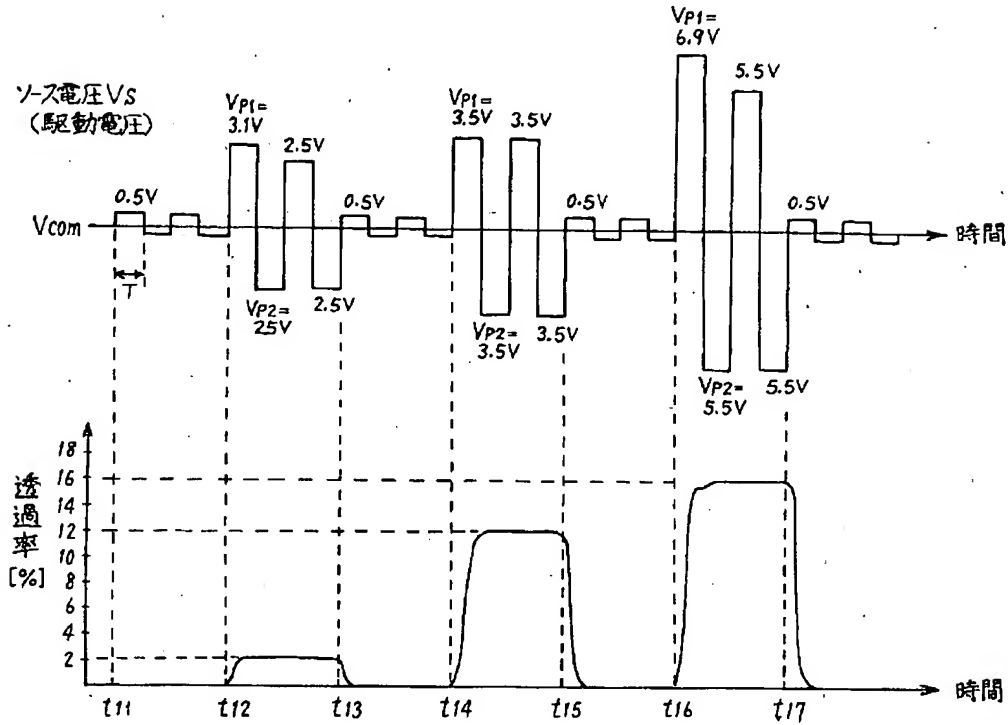
【図5】

本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの
透過率の応答特性(Ⅱ)



【図 7】

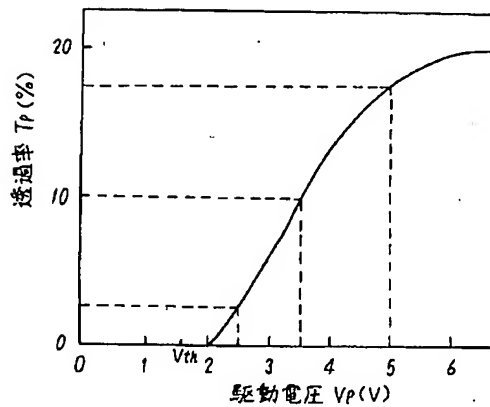
本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの
透過率の応答特性(Ⅲ)



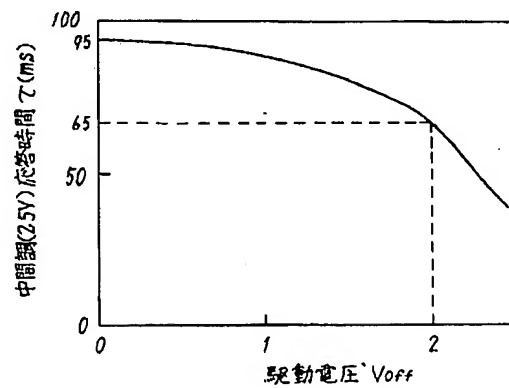
【図 12】

【図 13】

駆動電圧とパネル透過率との関係を示す図

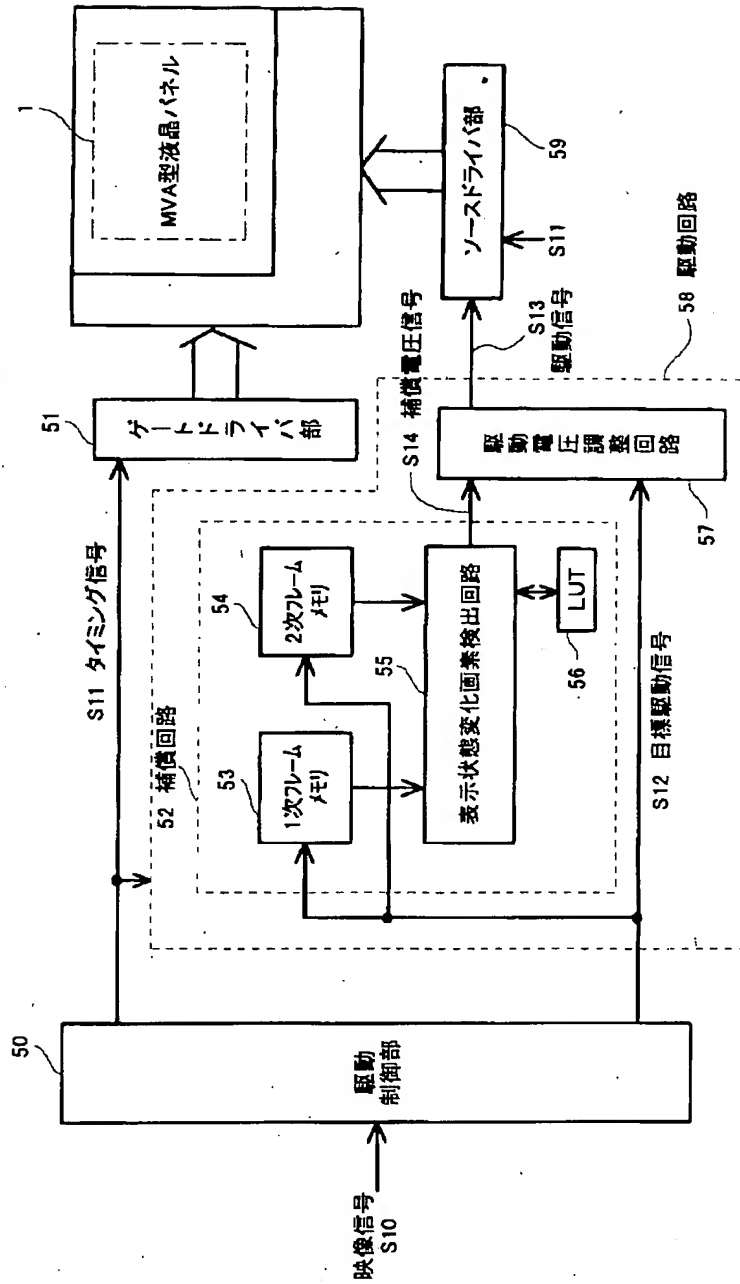


駆動電圧 V_{off} と中間調への応答時間との関係を示す図



【図 9】

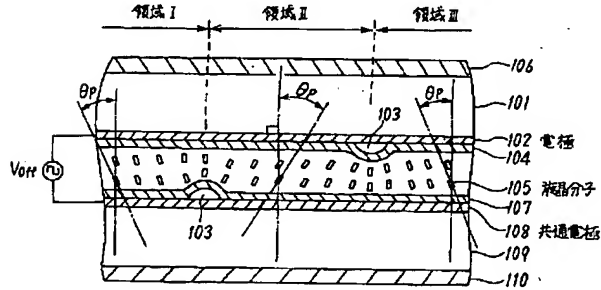
本発明の実施の形態の液晶表示装置の全体概略図



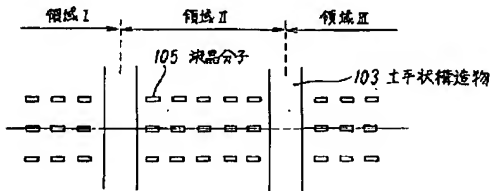
【図11】

本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの説明図(駆動電圧 V_{off})

(1)

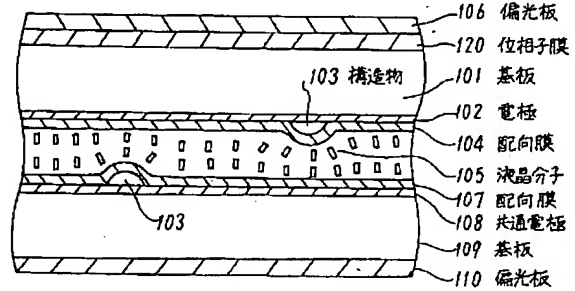


(2)



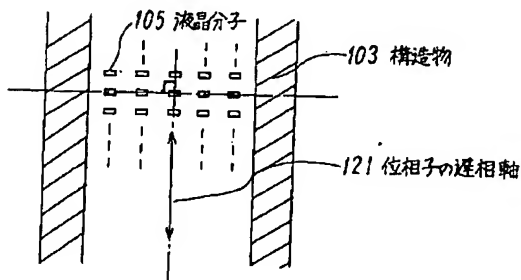
【図14】

本発明の実施の形態のMVA型液晶パネルの断面図



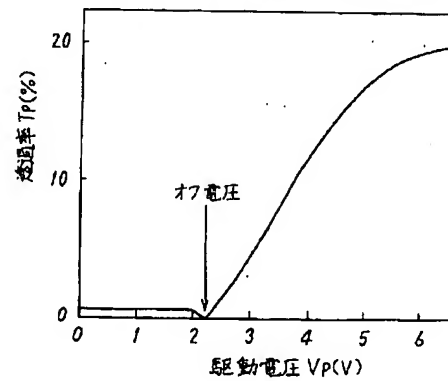
【図15】

図14のMVA型液晶パネルの上面図



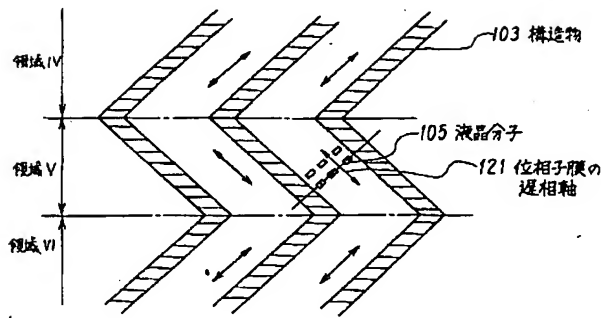
【図16】

直線位相子積層後の駆動電圧とパネル透過率との関係を示す図



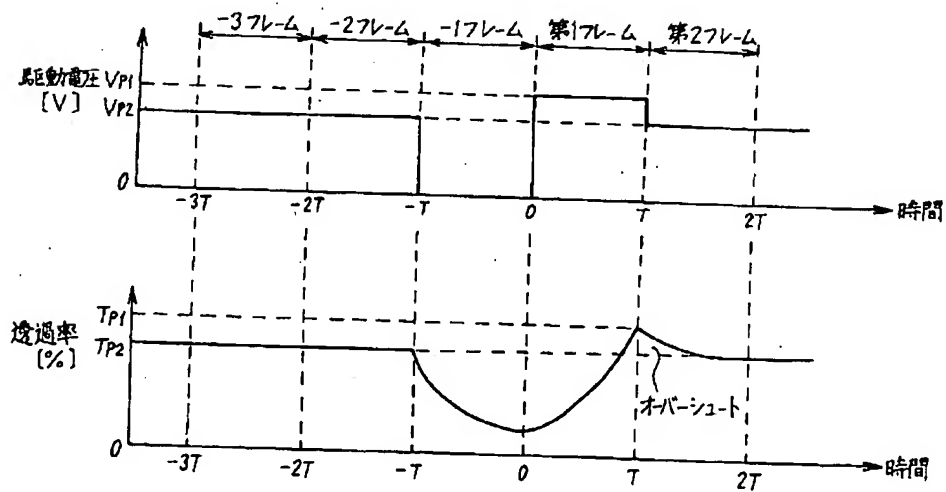
【図18】

図17のMVA型液晶パネルの上面図

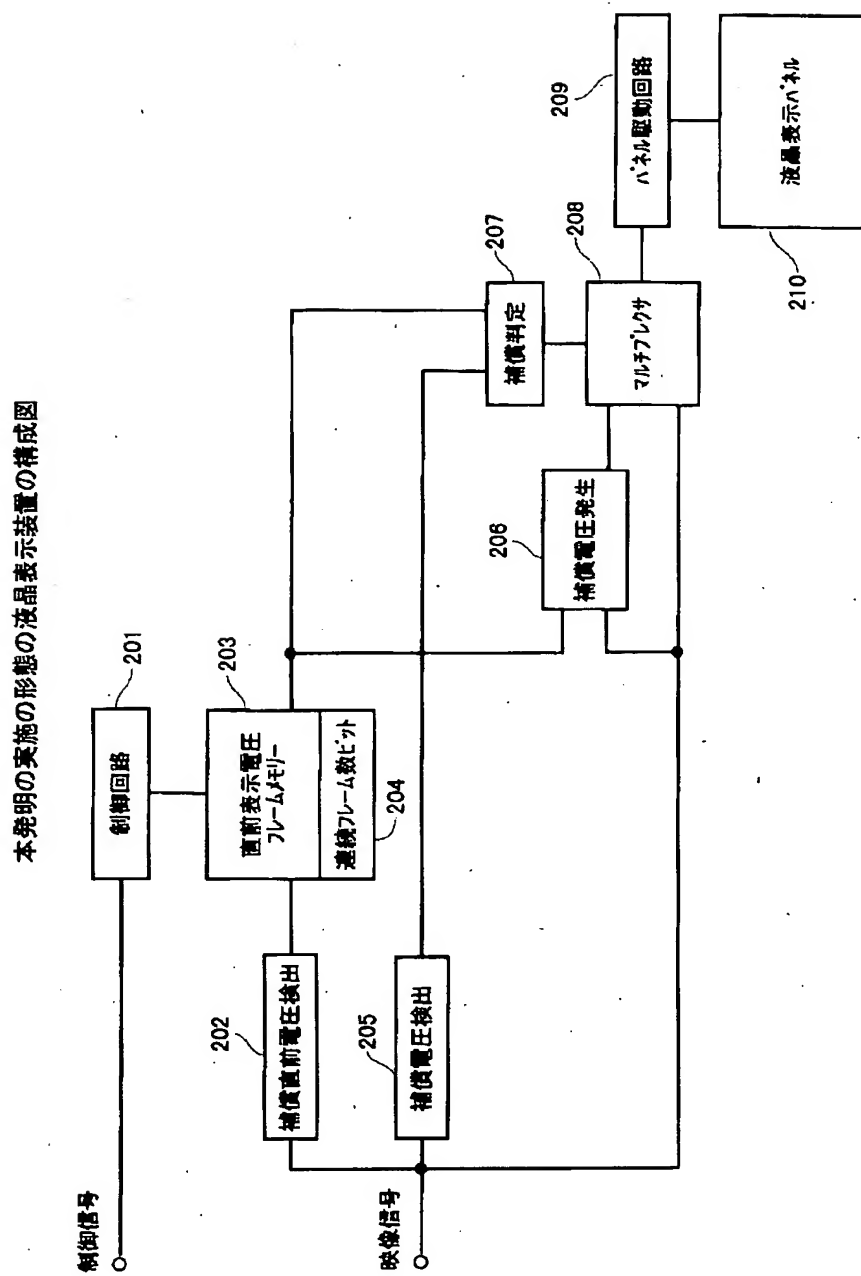


【図2.1】

-2フレームの影響で第1フレームにオーバーシュートが発生した場合の波形



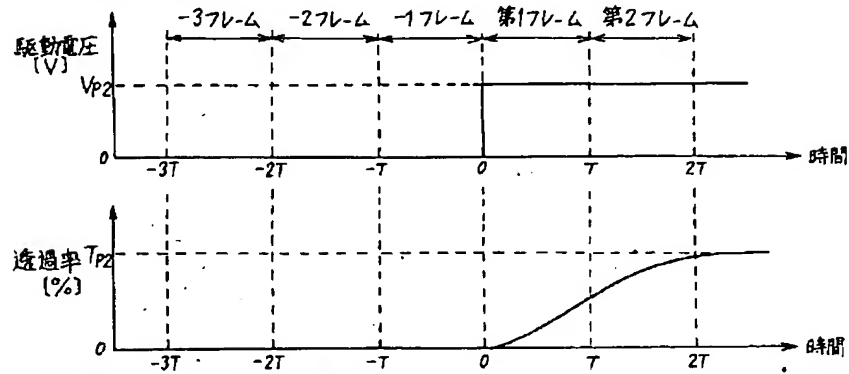
【图 1.9】



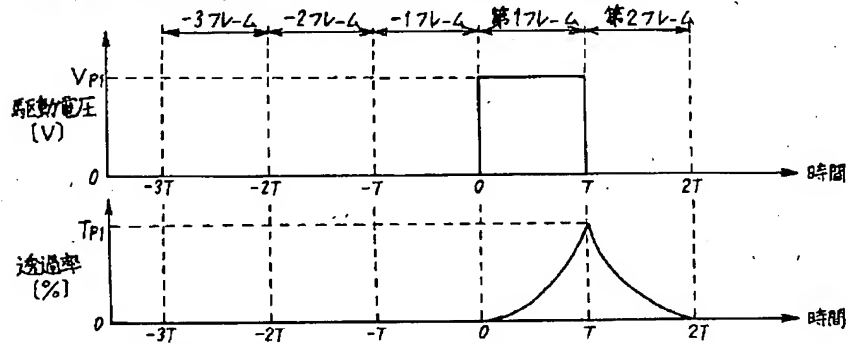
【図20】

本発明の実施の形態の補償原理を示す説明図

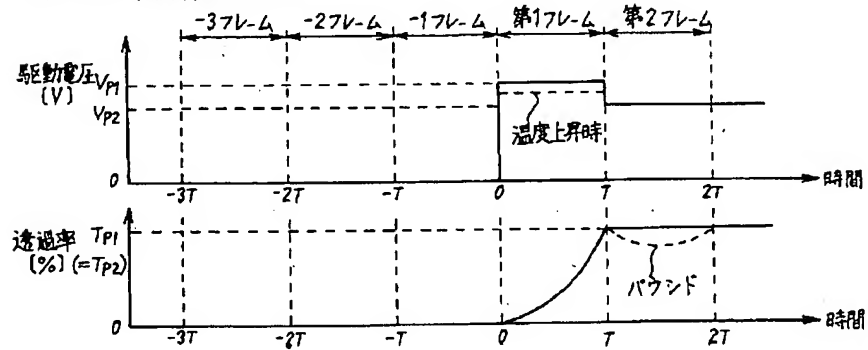
(1) 補償前の波形



(2) 第1フレームのみ印加した場合の波形

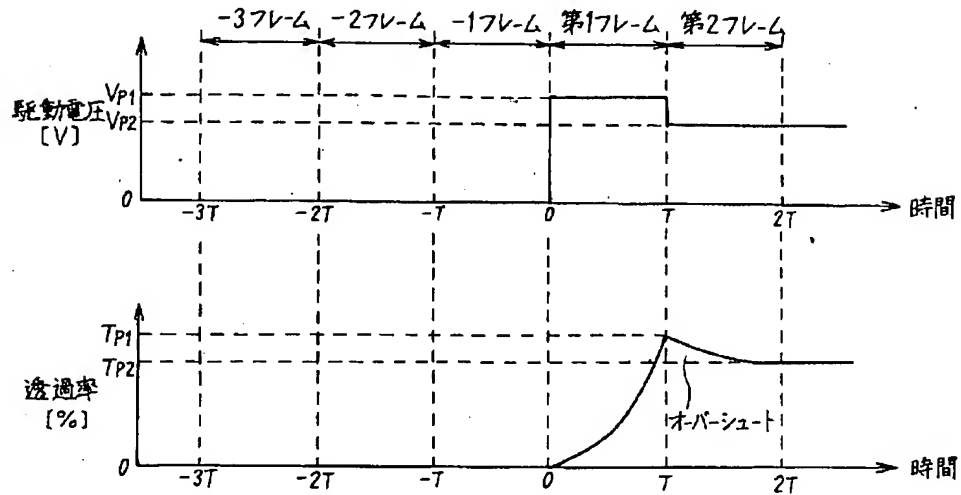


(3) 完全補償後の波形



【図 24】

温度上昇時にオーバーシュートが発生した場合の波形



フロントページの続き

- (72)発明者 大室 克文
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 武田 有広
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内
- (72)発明者 千田 秀雄
神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 2H093 NA16 NA33 NA53 NA55 NC03
NC13 NC21 NC29 NC34 NC49
ND06 ND32 NE10 NF04
5C006 AA01 AA14 AA16 AF44 AF46
AF53 AF64 BB16 BC06 BC12
BF02 BF24 FA14 FA19
5C080 AA10 BB05 DD04 DD08 EE29
FF11 JJ02 JJ04 JJ05 JJ06